

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-289375

(43)Date of publication of application : 19.12.1991

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

H01L 41/09

(21)Application number : 02-090657

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 05.04.1990

(72)Inventor : ATSUTA AKIO

## (54) CYLINDRICAL ULTRASONIC WAVE MOTOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To drive a motor at the most suitable drive frequency by providing a vibrator with a vibration detecting electro-mechanical energy transducer element.

**CONSTITUTION:** The phase difference between an input voltage V1 and an output signal VS of a sensor piezoelectric element 9 is zero degree at frequencies higher than a resonance frequency, gradually increases as the frequency gets nearer to the resonance frequency, becomes 90 degrees at the resonance frequency and increases at frequencies lower than the resonance frequency and gets nearer to 180 degrees. Since a piezoelectric element 3 and the sensor piezoelectric element 9 are positioned in a positional phase difference of zero degree, this phase difference is same in both clockwise and anti-clockwise directions. Therefore, by controlling a frequency so that a phase difference between the input voltage V1 to the piezoelectric element 3 and the sensor piezoelectric element 9 becomes 90 degrees, the frequency can be set at the resonance frequency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A) 平3-289375

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>

H 02 N 2/00  
H 01 L 41/09

識別記号

C

庁内整理番号

6821-5H

⑬ 公開 平成3年(1991)12月19日

7210-4M H 01 L 41/08

C

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全9頁)

⑭ 発明の名称 棒状超音波モータ

⑯ 特 願 平2-90657

⑰ 出 願 平2(1990)4月5日

⑱ 発 明 者 熱 田 暁 生 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 本多 小平 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

棒状超音波モータ

2. 特許請求の範囲

1 棒状振動子に配置された電気-機械エネルギー変換素子に交流電界を印加することによって、棒状振動子に、時間的に位相差を有する同形の屈曲モードの振動を異なる複数の平面内に励起させることにより、振動体の表面粒子に円又は楕円運動を行わしめ、振動体に押圧した部材との間に摩擦駆動による相対運動を生ぜしめる棒状超音波モータにおいて、該振動子に振動検出用の電気-機械エネルギー変換素子を設けたことを特徴とする棒状超音波モータ。

2 振動検出用の電気-機械エネルギー変換素子は、円形としたことを特徴とする請求項1に記載の棒状超音波モータ。

3 振動検出用素子は、該振動検出用素子の配

置される周囲の振動子と合致した形状に形成していることを特徴とする請求項1又は2に記載の棒状超音波モータ。

4 駆動用電気-機械エネルギー変換素子と振動検出用の電気-機械エネルギー変換素子とを同径としたことを特徴とする請求項1、2又は3に記載の棒状超音波モータ。

5 振動検出用電気-機械エネルギー変換素子は、駆動用電気-機械エネルギー変換素子と同じ電極パターンとしたことを特徴とする請求項1、2、は3又は4に記載の棒状超音波モータ。

6 振動検出用の電気-機械エネルギー変換素子と駆動用の電気-機械エネルギー変換素子とは、同じ基板から形成され、同じ取付方法で振動子に設けることを特徴とする請求項1、2、3、4又は5に記載の棒状超音波モータ。

### 3. 発明の詳細な説明 (産業上の利用分野)

本発明は、電磁力によらず機械的動力を発生するモータに係り、詳しくは軸方向における伸縮振動の合成により振動子に励起される円運動を利用し、振動子と同軸的に嵌合する被駆動体を摩擦駆動により回転させる棒状超音波モータに関するものである。

#### (従来の技術)

従来、この種の超音波モータとしては、例えば第13図に示すようなものが提案されている。

1は先端部の小径軸部1aと後端部の大径軸部1bとの間に径が先端部に向け漸減するホーン形状のホーン部1cを形成した金属丸棒からなる振動体、2は振動体1の大径軸部1bと同径の外径に形成された軸心にボルト通し孔2aを有する金属丸棒からなる押入体、3及び4は大径軸部1bと同径の外径に形成された円環形状の圧電素子板、5は圧電素子板3、4の電極板で、振動

体1と押入体2との間に電極板5を挟むようにして圧電素子板3、4を配し、ボルト6により押入体2を振動体1に固定することにより、圧電素子板3、4を振動体1と押入体2との間に固定して、振動子Aを構成している。ボルト6はその頭部が円環状の絶縁体7を介して押入体2に接し、且つ軸部が圧電素子板3、4及び電極板5と非接触状態に保持されている。

圧電素子板3、4は、片面側に分極方向が互いに異なり、且つ厚み方向に分極された2つの電極(+電極a、-電極b)が中心軸線位置に形成された絶縁部dの両側に対称に形成されると共に、他面側に+電極a、-電極bの共通電極cが形成されていて、振動子Aの軸線に対して互いに位置的位相が90°の角度ずれて配置されている。なお、圧電素子板3の分極電極(+電極a、-電極b)は導電体である振動体1の後端面に接し、また圧電素子板4は導電体である押入体2の前端面に接している。

そして、電極板5と振動子1との間に交流電

圧V<sub>1</sub>を、また電極板5と押入体2との間に交流電圧V<sub>2</sub>を印加することにより、圧電素子板3の厚み方向における伸縮変位による振動と、圧電素子板4の厚み方向における伸縮変位による振動との合成により振動子Aを振動させる。

交流電圧V<sub>1</sub>と交流電圧V<sub>2</sub>とは、第14図に示すように、振幅及び周波数が共に同じで、時間的、空間的位相が90°のずれを有している。

したがって、振動子Aは軸心を中心とし、縄飛びの縄のような円運動(以下縄飛び振動と称す)を行なうことになる。なお、この円運動が生じる原理については、公知であるので説明は省略する。

第15図に示す様にロータ8は、振動子Aの軸心aと同軸に嵌合し、ロータ8の内径部の後端部(以下摩擦接触部と称す)8bを撓動部Bに対応する位置まで延出し、摩擦接触部8bをホーン部1cの撓動部Bに当接させている。該ホーン部は軸方向の加圧力を受ける事で、撓動部Bに

おいて適切な摩擦力を得るため設けられている。そして、この撓動部Bは振動体1において、縄飛び振動の座になっている。

ロータ8の内径部8aの内径は、低摩擦係数の部材8dを介して、振動体1において縄飛び振動の節の位置に接する構造になっており、撓動部B以外で生じる振動に対して接触して音を発生するのを防ぐため、ロータ8には逃げ8cが設けられている。

ロータ8の摩擦接触部8bは、撓動部Bの外周形状と合致する内径が漸増する形状に拡開し、振動体1の縄飛び運動時に撓動部Bと面接触する。

ロータ8は、例えば不図示のスラストベアリングを介して不図示のバネ等により第14図中矢印方向に押されて、前述の適切な漸増形状を有する撓動部により摩擦接触部8bと撓動部Bとの接触部に所定の摩擦力を発生させ、また該スラストベアリングにより軸方向の回転が許容されている。

以上の構造よりロータと摩擦接触部8bに振動体1の振動が回転力となって伝わりロータを回転させる超音波モータMを成立させている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、一般的にこの種の超音波モータは、数十キロヘルツ程度に共振周波数を持ち、この周波数付近で駆動しなければ大きな振幅が得られず、モータとしては動かない。又、モータの共振周波数は、温度湿度等の環境条件や負荷条件により変動する。

従って、一定の周波数で駆動していたのでは回転数が不安定になるという問題点がある。

本発明の目的は、このような問題を解消し、常に最適な駆動周波数での駆動を可能とする超音波モータを提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明の目的を達成するための要旨とするとところは、棒状振動子に配置された電気-機械エネルギー変換素子に交流電界を印加することによって、棒状振動子に、時間的に位相差を有す

る同形の屈曲モータを具する複数の平面内に励起させることにより、振動体の表面粒子に円又は楕円運動を行わしめ、振動体に押圧した部材との間に摩擦駆動による相対運動を生ぜしめる棒状超音波モータにおいて、該振動子に振動検出用の電気-機械エネルギー変換素子を設けたことを特徴とする棒状超音波モータにある。

(作 用)

上記した構成の棒状超音波モータは、振動検出用の素子により振動子の振動状態の検出が可能となり、振動子が共振状態にどの程度近いかを検知でき、最適な駆動周波数で駆動することができる。

(実施例)

#### 第1の実施例

第1図は本発明の第1の実施例を示す振動波モータの分解斜視図である。図中符号1〜8は従来の実施例と同じである。

9は振動検出用素子としての圧電素子、10

は駆動用の圧電素子3に給電するための電極板、11は圧電素子9を接地するための電極板、12は電極板10、11を非接触状態に保持する絶縁部材である。

圧電素子9は圧電素子3、4と同じ構造のもので、圧電素子3と位置的位相が一致するように配置されている。

駆動の原理は、従来例と同じなので省略する。

第2図に、第1の実施例における共振周波数 $f_r$ 近傍での周波数対圧電素子9の出力信号の振幅を示す。

圧電素子9の出力信号は、共振周波数 $f_r$ で最大となり、その前後で減少していく。

よって、共振周波数 $f_r$ を求める方法として、圧電素子9の出力信号振幅最大になる周波数を選択する方法などが考えられる。

第3図に第1の実施例における共振周波数近傍での、周波数対入力電圧 $V_i$ と振動検出用圧電素子9の出力信号との位相差の関係を示す。

第3図からわかるように、入力電圧 $V_i$ とセンサ用圧電素子9の出力信号 $V_s$ の位相差 $\theta_{s-i}$ は共振周波数より高い周波数で $0^\circ$ 、そして共振周波数に近づくに従って徐々に上がり、共振周波数 $f_r$ で $90^\circ$ となり、共振周波数 $f_r$ より低い周波数では増加し $180^\circ$ へと近づいていく。

上記位相差は、圧電素子と振動検出用圧電素子9とが位置的位相 $0^\circ$ で配置されているので時計回転方向CW、反時計方向CCWのどちらの場合でも同じ位相関係が得られる。CWは $V_i$ が $V_s$ より時間的に $90^\circ$ 進んでいる場合で、CCWは遅れている場合である。

以上の位相関係より、圧電素子3への入力電圧 $V_i$ と振動検出用圧電素子9との位相差を $90^\circ$ にするように周波数を制御することにより、共振周波数に合わせることができる。

第4図に上記棒状超音波モータにおける制御回路のブロック図を示す。

発振器17は周波数指令部24により発した

信号により決められた周波数で発振し、 $90^\circ$  (もしくは $270^\circ$ ) 移相された信号と共に2相になって増幅器20, 21で増幅されたのち、電極板10と押入体2に入力される。このとき押入体2は導電体でなければならない。

電極板11からは、振動検出用圧電素子9からの信号が得られ、位相差検出器22において、増幅器20からの信号 $V_1$ との位相差が求められる。

次に演算回路23によって、共振周波数 $f_r$ からどの程度離れているかが求まり、周波数指令部24を変化させる。

以上の動作の繰り返しで共振周波数に保ったまま駆動することが可能となる。

又、圧電素子9は円形であるので、2方向の振動の共振周波数を一致させたままに設けることができ、外径が、振動子や他の駆動用圧電素子と同じであるので、組立時に外径をそろえることで、他の部品との同軸性を保つことが容易である。さらに駆動用圧電素子と同じものを使

(CCWで $-180^\circ$ ) になるようなカーブを描く。

よって、共振周波数に合わせる場合、CWで $0^\circ$  (CCWでは $-180^\circ$ ) になるよう周波数を制御すれば良い。

又、逆に、位相差 $\theta_{A-s}$ の領域がCW, CCWで全く異なるので、 $\theta_{A-s}$ よりCW, CCWかがわかる。

以上、実施例1, 2では、振動検出用圧電素子9が圧電素子3に対し、位置的に $0^\circ$ ずれた場合と、 $90^\circ$ ずれた場合を示したが、それ以外の位置関係であっても、入力電圧 $V_1$ と振動検出用圧電素子9の出力信号との位相差 $\theta_{A-s}$ は、ある決まった関係が得られる。

### 第3実施例

第7図は本発明の第3の実施例を示す。

図中、駆動用圧電素子3, 4は各々2枚構成に積層されている。このように駆動用圧電素子を増加していくと、圧電素子の駆動に使われる面積が増え、低電圧駆動が可能になることは公知である。

振動検出用圧電素子9も2枚で構成してお

用しているので振動検出部として別部品を作る必要がなく、コスト上昇を小さく抑えることができる。

### 第2の実施例

第5図は本発明の第2の実施例を示す。振動波モータの分解斜視図である。

図中、振動検出用圧電素子9は、圧電素子3に対して位置的に $90^\circ$ ずれた位置に配置されている。すなわち、圧電素子4と位置的位相 $0^\circ$ のところにある。その他の構成は第1の実施例と同じである。

このとき、周波数対圧電素子9の出力信号の振幅は、第1の実施例と同じである。

第6図に第2の実施例における共振周波数近傍での周波数対入力電圧 $V_1$ と振動検出用圧電素子9の出力信号 $V_s$ との位相差 $\theta_{A-s}$ の関係を示す。

第6図のように、圧電素子3への入力電圧 $V_1$ と振動検出用圧電素子9の出力信号との位相差 $\theta_{A-s}$ は、共振周波数 $f_r$ でCWのとき $0^\circ$

り、位置的位相は一方が圧電素子3に対し $0^\circ$ の位置、他方が $90^\circ$ ずれた位置に配置されている。

このとき電極板1, 5から得られる圧電素子9からの出力信号と、入力電圧 $V_1$ との位相差 $\theta_{A-s}$ は、第6図に示すようになる。

第6図からわかるように、入力電圧 $V_1$ と振動検出用圧電素子9の出力信号との位相差 $\theta_{A-s}$ は、共振周波数 $f_r$ でCWのとき $+45^\circ$  (CCWで $+135^\circ$ ) になるようなカーブを描く。

このようなカーブは、振動検出用圧電素子が1枚で、駆動用圧電素子3との位置的位相が $45^\circ$ ずれた場合と同じになる。但し、振幅は異なる。

以上のように、振動検出用圧電素子が複数枚で構成されても良く、この場合その位置的位相の決め方により様々な出力信号の取り出し方ができる。

又、1枚に比べ、大きな出力電圧を取り出すことができる。

しかも、駆動用お、振動検出用圧電素子 PZT が  $2n$  枚 ( $n=1, 2, \dots$ ) であると、絶縁体が必要なく、しかも給電が全て電極板を介してできるという利点がある。

#### 第4の実施例

第9図は第4の実施例を示す棒状超音波モータの側面図である。

16は、例えばポリフッ化ビニリデンからなる振動検出用素子で、振動体1のホーン部1cに接着剤により接着している。

振動検出用素子16からは上記の各実施例と同様にある振幅で、ある位相関係の信号が得られ、振動検出用素子16の貼りつけ位置により、その関係が決まる。

以上の様な振動検出用素子を貼りつける場合で、振動体と移動体(ロータ)の接触する部分に近い方が望ましい。

又、ロータ側に振動検出用素子を貼りつけても良い。

この場合、駆動のために、ステータに入力し

又、このとき、電極パターンが同じで駆動用 PZT の内径より外径が小さいか駆動用 PZT の外径より内径の大きい PZT を振動検出用に用いれば、1枚のシートから駆動用と振動検出用の PZT が一個づつ取り出せる。

#### 第5の実施例

第11図は、第5の実施例を示す振動検出用圧電素子9の電極パターンである。

第1の実施例では、圧電素子9は形状がドーナツ状で、第11図dに示す如くその半分づつを、プラス(+)、マイナス(-)に分極した電極パターンとしているが第5の実施例ではその電極パターンを変えたものを振動検出用圧電素子として用いている。

第11図(a)の電極パターンの圧電素子を用いると、電極面積が小さいため、出力電圧を小さくすることができ、第5の実施例と同様の効果を得られる。

第11図(b)の電極パターンは、上記効果に加えて、振動体の振動を阻害しにくい応力分布

ている信号とは、係は一致しない。

よって、振幅最大になるような制御方法が考えられる。

#### 第5の実施例

第10図は第5の実施例を示す棒状超音波モータの側面図である。

本実施例は、振動検出用圧電素子9を駆動用圧電素子3、4と異なる径の部分に設けている。

第10図のように、径の小さい部分に、振動検出用圧電素子9を設けた場合、電極面積が第1の実施例などに比べ小さいため、出力電圧も小さくなる。

よって、第1の実施例などで、振動検出出力電圧が大きすぎて、回路側で小さくしなければならぬ場合などに、振動検出用圧電素子9を振動体の径の小さい部分に設けると良い。

又、逆に振動検出出力電圧が小さい場合は、振動体の径の大きい部分に振動検出用圧電素子9を設けると大きな出力電圧が得られる。

をした電極パターンである。

第11図(c)の電極パターンは、片方向のみ分極されており、圧電素子を作るとき、片方向分極で済むという利点がある。

第12図は、本発明によるモータを使用して光学レンズの脱調などを駆動する場合のシステム構成図である。

25はバネポスト部、26はベアリングなどの回転絶縁部材、27は、コイルバネであり、バネポスト部25とコイルバネ27によってロータ8が加圧される。ロータの回転は、回転絶縁部材26により絶縁され、バネポスト部25は回転しない。

28はロータ8と同軸的に接合された歯車で、回転出力を歯車29に伝達し、歯車29と噛み合う歯車をもった鏡筒30を回転させる。

ロータ8および鏡筒30の回転位置、回転速度を検出するために、光学式エンコーダスリット板31が歯車29と同軸に配置され、フォトカプラ32で位置、速度を検出する。

## (発明の効果)

以上説明したように本発明によれば、超音波モータに振動検出手段を設けることにより、正確に共振周波数に合わせることができ、効率の良い駆動ができる。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例を示した分解斜視図、第2図は第1の実施例における振動検出信号と周波数の関係を示す図、第3図は第1の実施例における振動検出信号と入力電圧との位相差対周波数の関係を示す図、第4図は本発明の第1の実施例の制御回路ブロック図、第5図は本発明の第2の実施例を示した分解斜視図、第6図は第2の実施例における振動検出信号と入力電圧の位相差対周波数の関係を示す図、第7図は本発明の第3の実施例を示した分解斜視図、第8図は第3の実施例における振動検出信号と入力電圧の位相差対周波数の関係を示す図、第9図は本発明の第4の実施例を示した側面図、第10図は本発明の第5の実施例を

示した側面図、第11図(3)～(4)は本発明の第6の実施例を示す振動検出用圧電素子の電極パターン図、第12図は本発明の棒状超音波モータを組み込んだシステム図、第13図は従来例を示した分解斜視図、第14図は圧電素子板に印加する交流電源の波形図、第15図は従来例の超音波モータの組み付け側面図である。

- |                           |             |
|---------------------------|-------------|
| 1…振動体                     | 2…押入体       |
| 3, 4…圧電素子板                |             |
| 5, 10, 11, 13, 14, 15…電極板 |             |
| 6…ボルト                     | 7, 12…絶縁体   |
| 8…ロータ                     | 9…振動検出用圧電素子 |
| 16…振動検出素子                 | 17…発振器      |
| 18…90°移相器                 | 19…180°移相器  |
| 20, 21…増幅器                | 22…位相差検出器   |
| 23…演算回路                   | 24…周波数指令    |
| 25…バネポスト部                 | 26…回転絶縁部材   |
| 27…コイルバネ                  | 28, 29…歯車   |
| 30…鏡筒                     |             |
| 31…光学式エンコーダスリット板          |             |

32…フォトカプラ

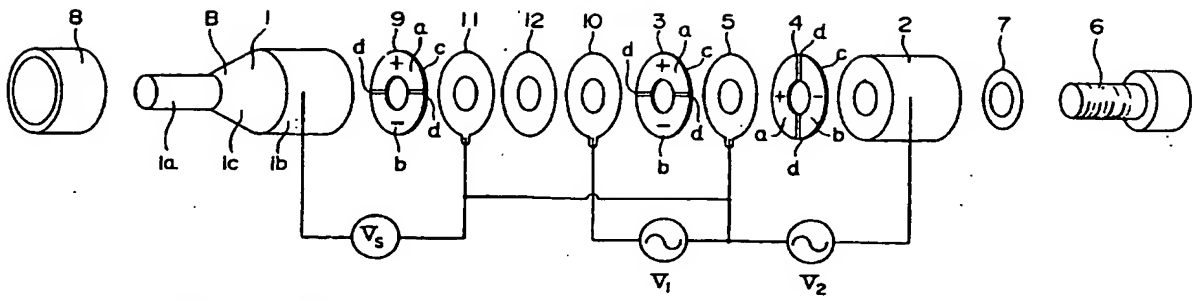
代理人 本 多 小 平



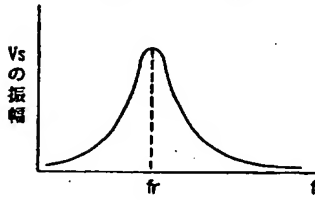
他4名



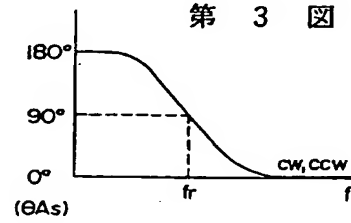
第 1 図



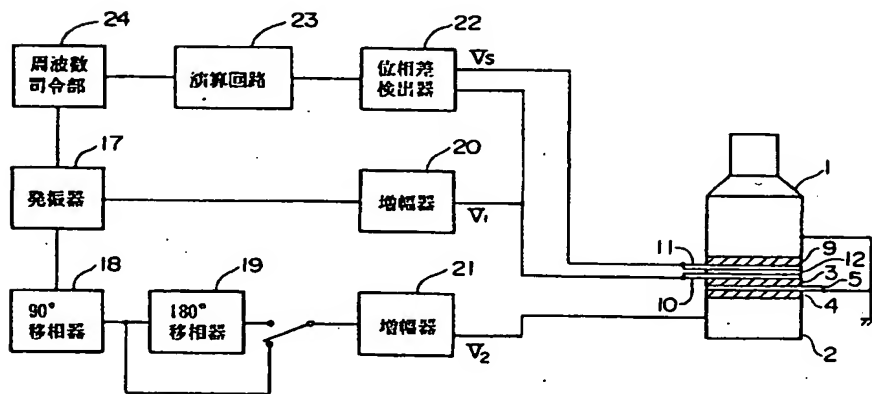
第 2 図



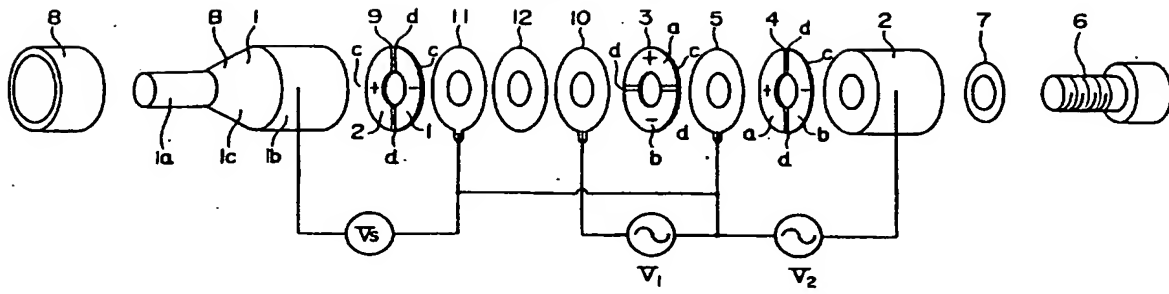
第 3 図



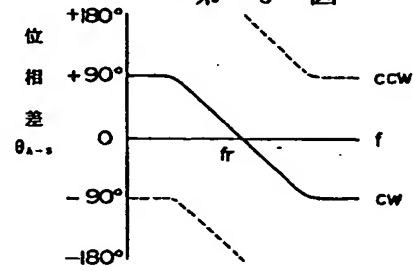
第 4 図



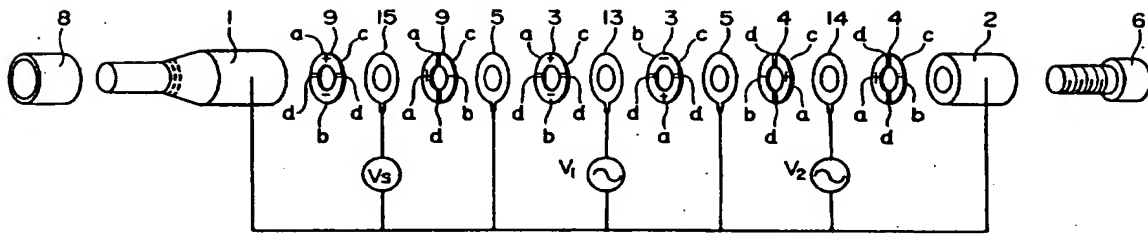
第 5 図



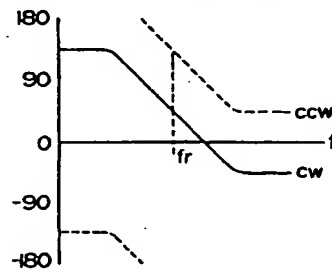
第 6 図



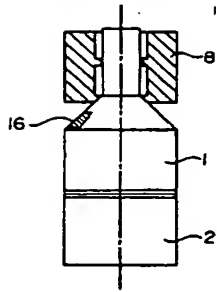
第 7 図



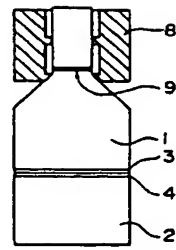
第 8 図



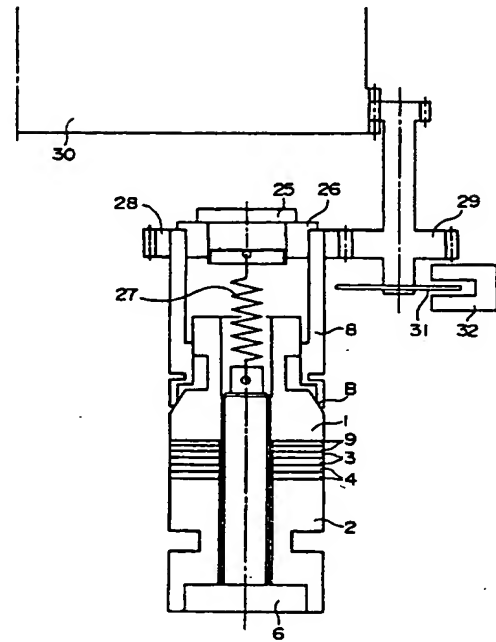
第 9 図



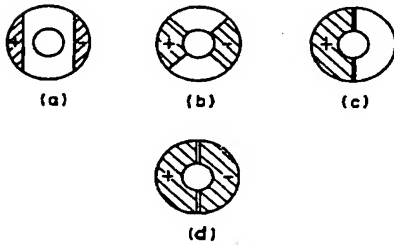
第 10 図



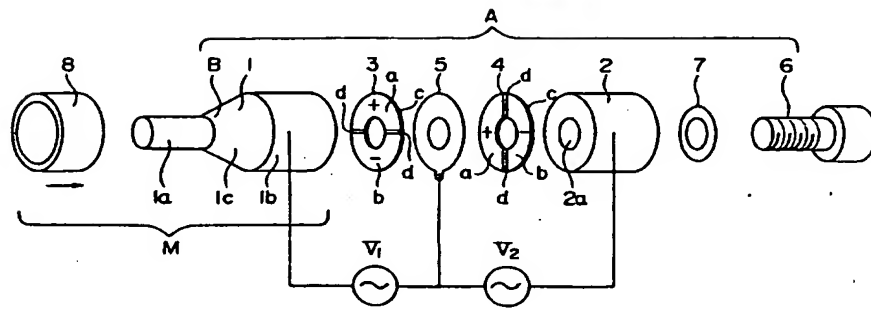
第 12 図



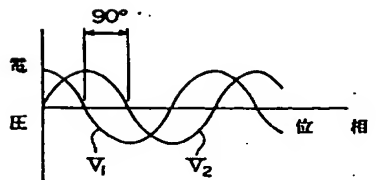
第 11 図



第 13 図



第 14 図



第 15 図

